

Magyarországi és horvátországi karsztos vízfolyások kovaalga közösségének vizsgálata összefüggésben az EU VKI-val.

¹Ács Éva, ²Terenyei Eszter, ²Grigorszky István, ³Andjelka Plenkovič-Moralj, ¹Várbíró Gábor, ²Földi Angéla, ¹Kiss Keve Tihamér

¹MTA ÖK, Duna-kutató Intézet, Göd és Debrecen; ²DE Hidrobiológiai Tanszék, Debrecen; ³University of Zagreb, Faculty of Science, Division of Biology, Zagreb, Croatia;

BEVEZETÉS

A bevonat kovaalgáinak vizsgálata az egyik alapeleme a folyók EU VKI szerinti monitorozásának, és a folyók ökológiai állapota becslésének. Hazánkban a fitobentosz alapú vizsgálatok az EU-hoz való csatlakozást követően felerősödtek. Az első országos szintű vizsgálatot 2005-ben hajtották végre és a rendszeres monitorozás 2007-ben indult. Az EQR alapú vízminősítés megkívánja a referencia állapothoz való viszonyítást. Ehhez referencia helyeket kell találni. Magyarországon nagyon kevés referencia állapotú, azaz fiziko-kémiai, hidromorfológiai, és a biológiai minősítő elemek szempontjából is sértetlen vízfolyás és vízfolyás szakasz található (REFCOND 2003), melyek minden vízfolyás típusban szükségesek ahhoz, hogy a fitobentosz alapú indexek kategória határait pontosan lehessen becsülni.

Magyarország és Horvátország karsztos területein olyan tiszta vizű patakok, folyók is találhatóak, melyek között referencia helyeknek is alkalmas vízfolyások lehetnek. 2010-ben egy közös pályázat keretében kezdtük el a magyarországi tipológia szerint a 2-es és 3-as típus, a hegyvidéki, meszes kis és közepes vízfolyások esetében az esetleges referencia közösségek keresését fény és elektronmikroszkópia segítségével. Majd a vizsgálatokat 2011-ben kiterjesztettük az 5-ös típusba tartozó Tárkányi- és Eger-patakokra is, ahol többszöri mintavétel során részletesen tanulmányoztuk a patak-együttes bevonatlakó kovaalgáit. Azt kívántuk feltárni, hogy egy vegetációperiódusban milyen taxonok alkotják a kovaközösséget, milyen a mintavételi helyeken a patak kovaközösségei alapján becsülhető ökológiai állapota, a befolyók és a község milyen hatással van erre, és található-e referencia állapotú szakasz a patak-együttesen.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A bevonatmintákat a magyarországi 2-es, 3-as, és 5-ös (Pannon ökorégió, hegyvidéki és dombvidéki, meszes, kicsi és közepes vízfolyások) és a horvátországi 9-es (Dinári ökorégió,

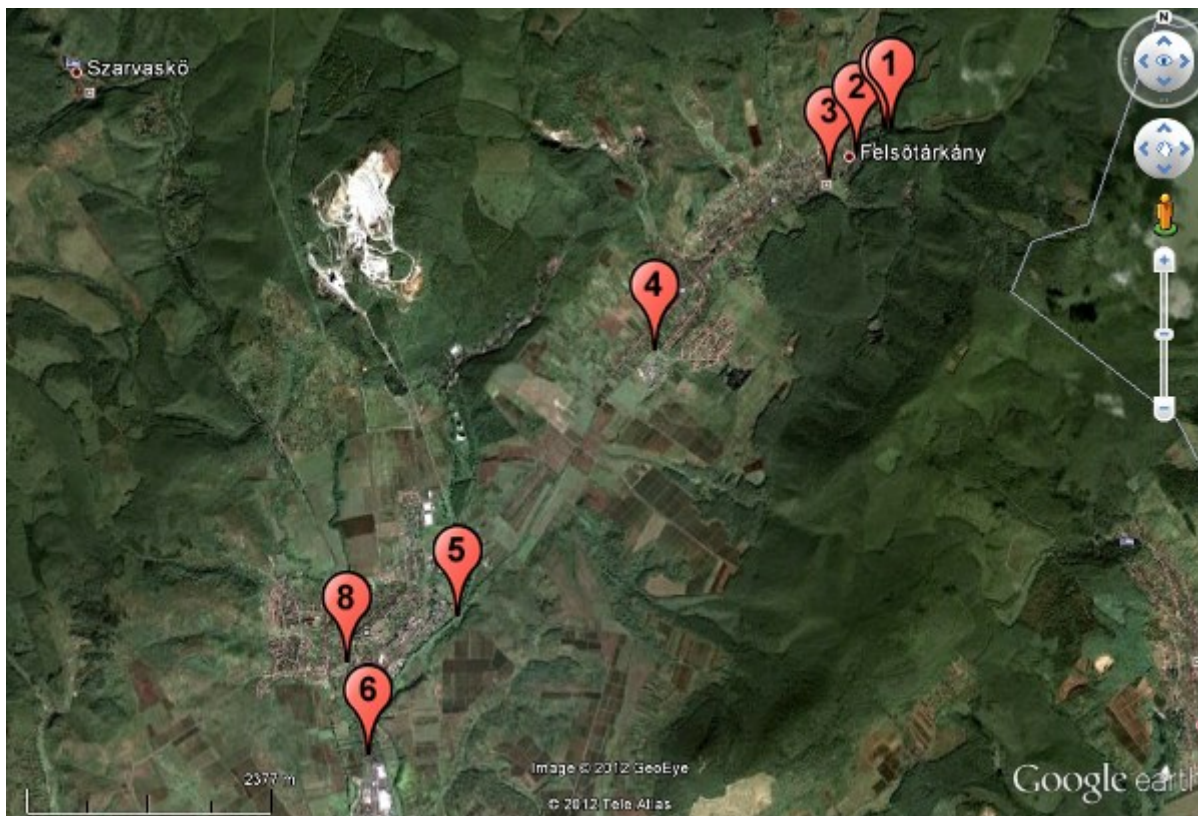
kontinentális szubrégió, karsztos-meszes, hegyvidéki kis és közepes vízfolyások) típusokból gyűjtöttük. Az előzetes felmérések alapján olyan 5 magyarországi és 5 horvátországi vízfolyást választottuk ki, melyek elérik a jó állapotot a kovaalga összetétel alapján, ezek a következők voltak: Jósua-patak, Színva-patak, Örvényesi Séd, Egervíz, Köves-patak, Gorski potok, Potok Križ, Bijela Rijeka, Crna Rijeka, Izvorišni dio Čabranke. Egyes patakokból több mintát is vettünk, a vízfolyás különböző részeiről (így a Jósvából Jósvafőnél, Színpetri felett és alatt is gyűjtöttünk, az Örvényesi Sédből Örvényesnél és Pécselynél, a többi vízfolyásból egy-egy helyen, a felső szakaszon).

A Tárkányi-patak a Bükk délnyugati területének vizeit összegyűjtő kisvízfolyás, melyet több időszakos, felszálló hideg vizű karsztforrás —Fekete-len 440 m, Imó 450 m, Vörös-kő-alsó 460 m, Vörös-kő-felső 500m— és közvetett módon egy állandó, hideg vizű forrás, a felsőtárkányi Szikla-forrás is táplál. (PELIKÁN et al. 2005). A patak Felnémetnél torkollik az Eger-patakba, mely a Tiszába szállítja vizét. Vízugyűjtő területe főként agyagpalából és mészkőből áll, de megtalálható nagyobb foltokban aleurolitpala, kovapala és radiolarit is. A magyarországi vízfolyás tipológia alapján meszes, dombvidéki, közepes vízugyűjtőjű és durva mederanyagú csoportba tartozik. A mintavételi területen 8 helyet jelöltünk ki bentonikus kovaalgák monitorozására, oly módon, hogy az eredmények összevethetőek legyenek. A Tárkányi-patakból öt —a község felett (1), a tórendszer kifolyójának betorkollása után (2), a második (3) és a harmadik befolyó után (4) illetve az alsó szakaszon (5)— ; a Szikla-forrásból egy (7) és az Eger-patakból két helyről — a Tárkányi-patak betorkollása előtt (8) és után (6)—történt a mintavétel (1. ábra). A minimálisan ajánlott háromszori mintavételt végeztük tavasszal, nyáron és ősszel. A 1 tavaszi és az 8 nyári mintáját nem tudtuk feldolgozni a nagy mennyiségű szilikátos törmelék miatt.

A bevonatmintákat a sodorvonal legkevésbé árnyékolt részéről random módon kiválasztott köről gyűjtöttük ötszörös ismétlésben. A bevonat egy részét erős sertéjű fogkefével 50 ml desztillált vizet tartalmazó műanyag edénybe mostuk, majd 4 v/v%-os puffertolt formaldehid oldattal tartósítottuk. A mintákat forró hidrogénperoxidos roncsolás és beágyazás után Olympus IX70 típusú fordított fénymikroszkóppal, standard protokoll szerint (MSZ EN 13946, 2003) 400 valvát meghatározva vizsgáltuk. Emellett a mintákat polikarbonát membránfilteren át történő tisztítás után scanning elektronmikroszkóppal (HITACHI S 2600-N) is vizsgáltuk. A karakter fajokat IndVal elemzéssel kerestük. A kovaalga indexeket OMNIDIA 5.3 programmal számoltuk. Az indexhatárokhoz ÁCS et al. (2012) által megállapított értékeket használtuk fel, melyeket az 1. táblázatban tüntettük fel.

1. táblázat. Az indexhatárok az egyes típusokban (Ács et al. 2012-ből kiemelve)

típus	Kova Típus	leírás	index H/G	index G/M	index M/P	Index P/B	metrika
2	2	HvMDki	13,9	11,2	9,4	7,5	IPSITI
3	2	HMDko	13,9	11,2	9,4	7,5	IPSITI
5	3	DvMDko	13,4	11	8,3	6	IPSITI



1. ábra. Mintavételi helyek a Tárkányi- és az Eger-patakon

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELESÜK

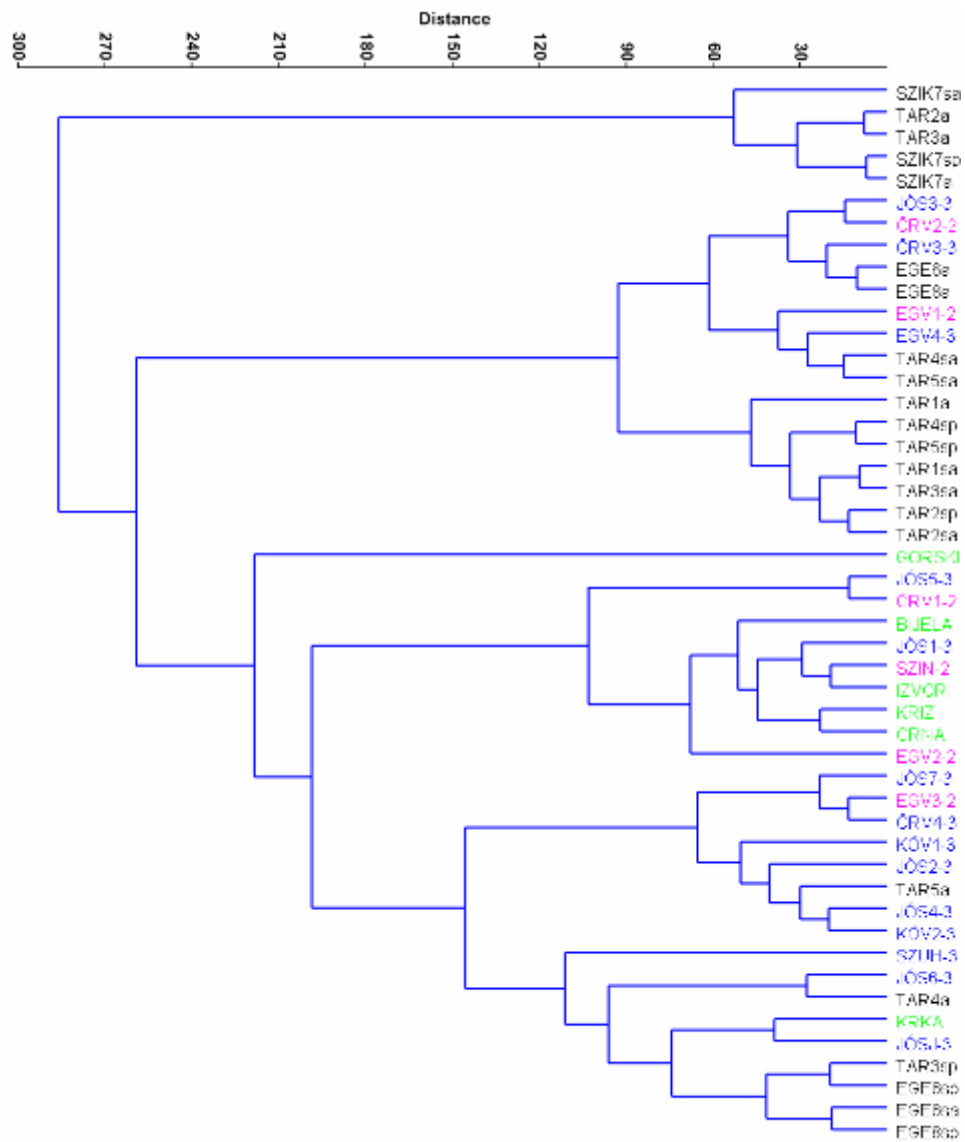
2., 3. és HR-9. típusba tartozó vízfolyások vizsgálata

A vizsgált vízfolyások közül az Egervíz Hegyesdnél, a Tárkányi-patak felső szakasza a Szikla-forrással és 4 horvátországi vízfolyás (Križ, Bjela, Crna, Gorski) volt kiváló állapotú a kovaalga összetétel alapján. A klaszter analízis (2. ábra) során egy csoportba kerültek a kiváló állapotú Egervíz (Hegyesdnél) és az ugyancsak kiváló állapotú horvátországi vízfolyások. A Tárkányi-patak mintavételi helyeinek elkülönülése megfigyelhető volt. Az ordinációs diagramon (3. ábra) ugyancsak jól látszik a Tárkányi- és az Eger-patak mintáinak különválása, valamint a 2-es és 3-as típus mintáinak az átfedése. VÁRBÍRÓ et al (2012)

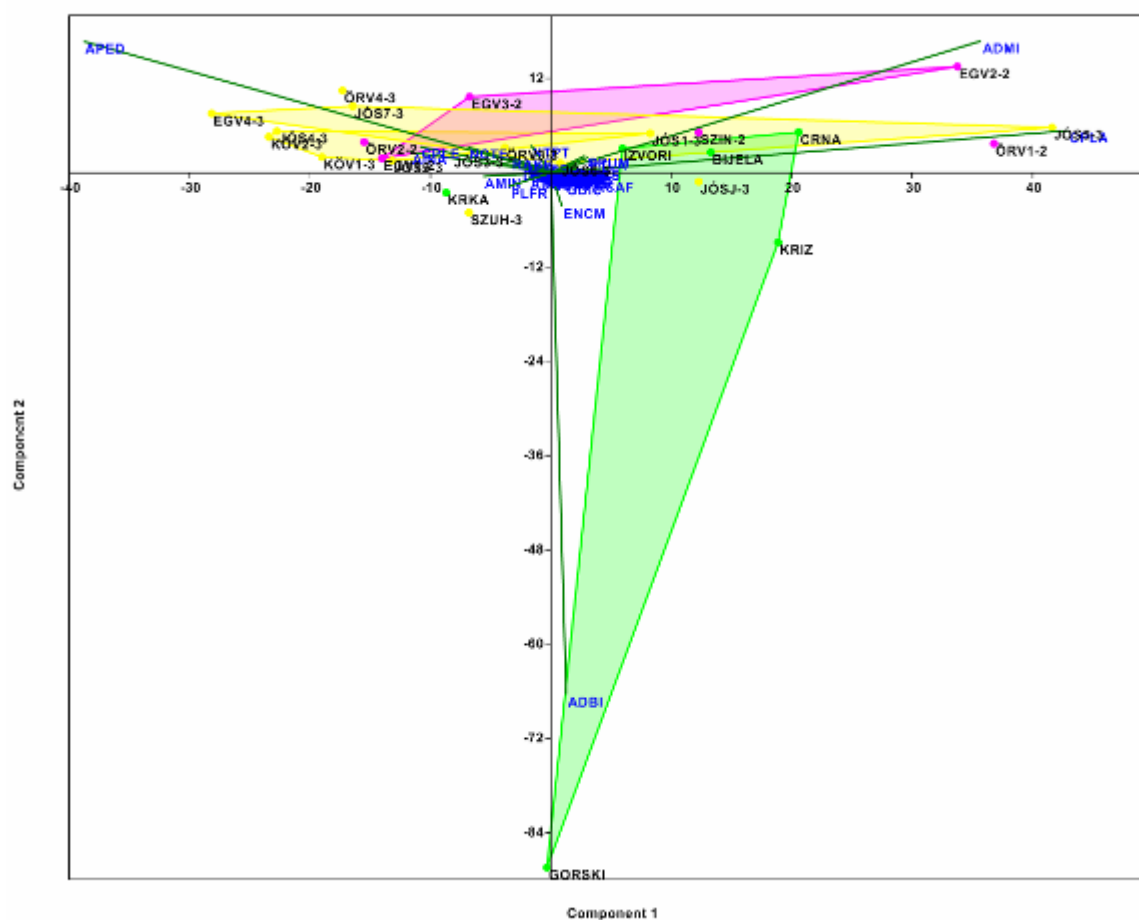
tipológiai validációja során mindkét típus képviselői a 2-es kovatípusba tartoztak, az 5-ös típus (ahova a Tárkányi-patak és Eger-patak is tartoznak) pedig ettől különböző (3-as) kovatípusba tartozott. Ha az elemzésből kihagytuk a Tárkány patak mintáit, akkor az ordinációs diagramon jól láthatóvá vált, hogy a 2-es, 3-as típusba tartozó mintákat és a horvátországi mintákat is erőteljes *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki (ADMI) dominancia jellemzett, illetve a Gorski mintát az *Achnanthydium pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi (ABIA) (4. ábra). Emellett az ide tartozó kiváló állapotú vízfolyásokra a *Cocconeis placentula* Ehr. var. *placentula* (CPLA), a *Gomphonema pumilum* (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot (GPUM) és a *Meridion circulare* Agh. (MCIR) dominanciája is jellemző volt. A Tárkányi-patakot, különösen a felső szakaszon (beleértve a Szikla-forrást is) az *Achnanthydium atomus* (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot & Ector (ADAT) erőteljes dominanciája jellemzett, emellett a *Cocconeis* fajok is nagy számban fordultak elő.

Az elvégzett indikátor faj elemzés szerint a kiváló állapot indikátor fajai (5. ábra) ezekben a hegyvidéki kis és közepes vízfolyásokban az *Achnanthydium minutissimum*, *Encyonema ventricosum* (Kützing) Grunow in Schmidt & al. (ENVE), *Encyonopsis minuta* Krammer & Reichardt (ECPM), *Diatoma mesodon* (Ehrenberg) Kützing (DMES), *Gomphonema dichotomum* Kütz. (GDIC), *G. pumilum*, *Navicula reinhardtii* (Grunow) Grunow in Cl. & Möller (NREI), *Nitzschia vermicularis* (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst (NVER). Ezek közül az *Encyonema ventricosum* kivételével mindegyik faj relatív egyedszáma legalább egy kiváló állapotú mintában meghaladta az 5%-ot.

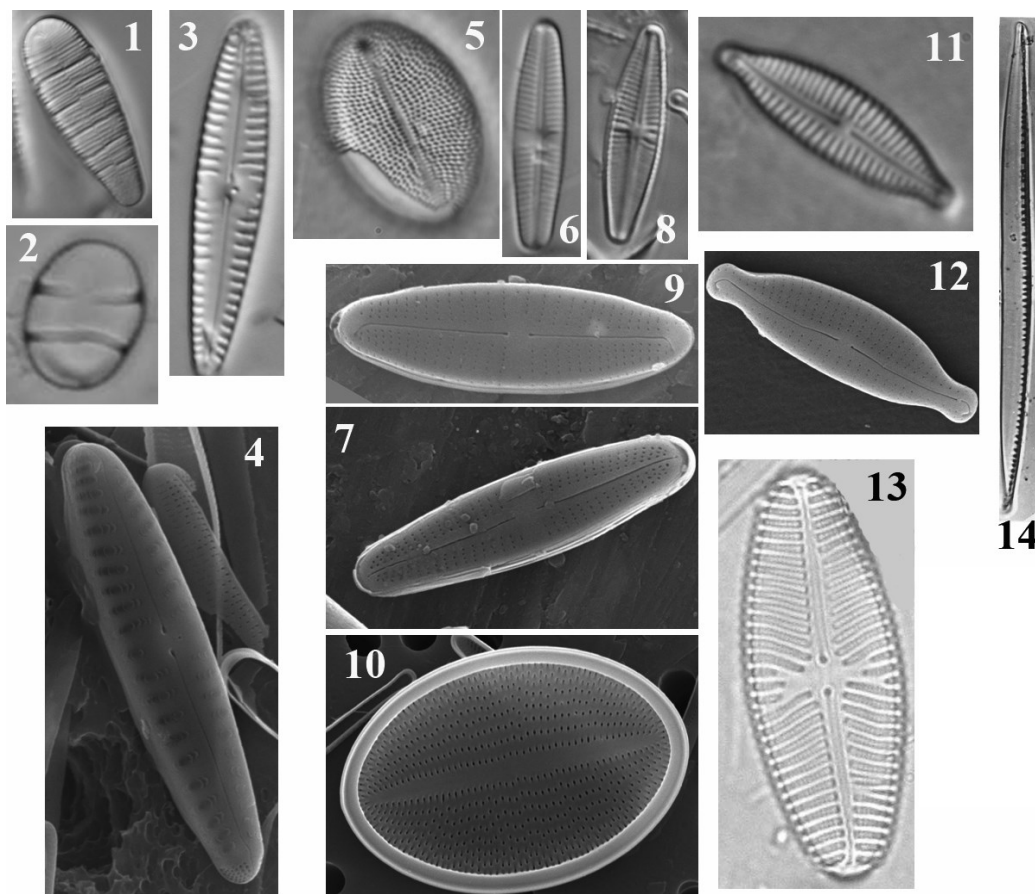
Az 5. típusban a kiváló állapot indikátor fajai az *Achnanthydium atomus*, *Cocconeis* fajok (*neodiminuta* Krammer (CNDI), *placentula* var. *linearis* (Ehr.) Van Heurck (CPLI) és *euglypta* (Ehr.) Grunow (CPLE)) és a *Gomphonema supertergestinum* E. Reichardt (GSUT), voltak, melyek relatív egyedszáma legalább egy kiváló állapotú mintában meghaladta az 5%-ot.



2. ábra. A klaszteranalízis dendrogramja. Warp fúziós algoritmus, Euklideszi index. (EGE=Eger-patak, TAR=Tárkányi-patak, SZIK= Szikla-forrás, Jös=Jósva-patak, SZUH= Szuhapatak, KÖV= Köves-patak, ÖRV=Örvényesi Séd, EGV=Egervíz, sp=tavaszi, sa=nyári, a=őszi minta)



4. ábra. A főkomponens diagramja a Tárkányi- és Eger-patak mintái nélkül. Rövidítések, ld. 2. ábra és a szövegben.



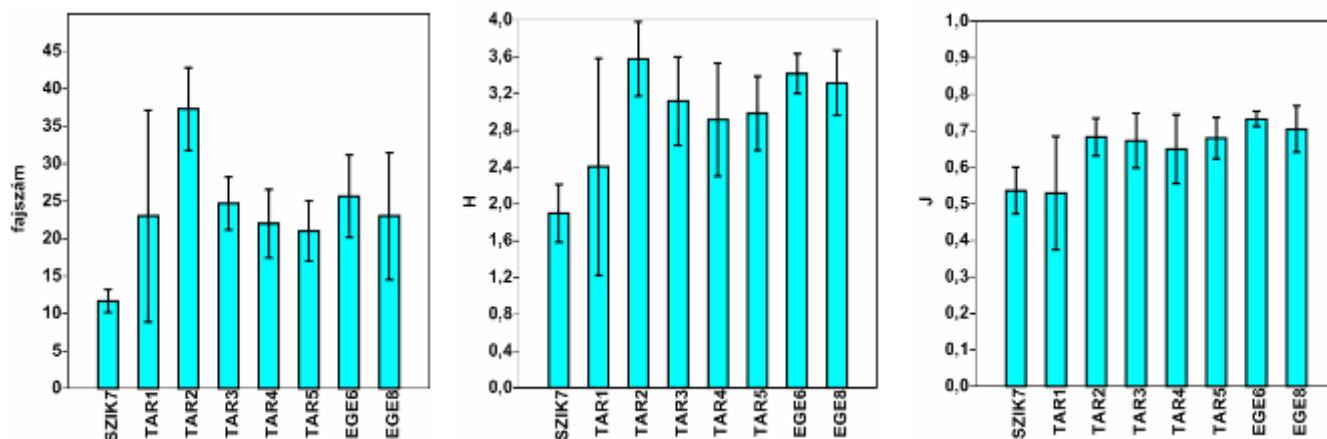
5. ábra. A 2. és 3. típus referencia közösségének jellemző fajai fény- (FM) és elektronmikroszkópos (SEM) képe. 1: *Meridion circulare* (FM), 2: *Diatoma mesodon* (FM), 3: *Gomphonema pumilum* (FM) és 4: SEM, 5: *Cocconeis placentula* var. *placentula* (FM) és 10: SEM, 6: *Achnanthes minutissimum* (FM) és 7: SEM, 8: *A. biasolettianum* (FM) és 9: SEM, 11: *Encyonopsis minuta* (FM) és 12: SEM, 13: *Navicula reinhardtii* (FM), 14: *Nitzschia vermicularis* (FM).

Tárkányi- és Eger-patak kovaalga közösségeinek szezonális és longitudinális vizsgálata

A mintavételek során összesen 114 taxon került elő, a Tárkányi-patakból 101, az Eger-patakból 51, míg a Szikla-forrásból 18 taxon. Ezek az értékek hasonlóak az irodalomból ismertekhez (KOVÁCS et al., 2004).

Az egyes minták taxon számai (6. ábra) 10 és 43 között változtak (átlagos taxon szám 24, a szórás 9). A legnagyobb taxon számot nyáron kaptuk (83). Mind a három évszakban a legalacsonyabb taxon számú a Szikla-forrás volt (összesen 18 taxon, de egy-egy mintavételkor 10, 13, 12), ami jól mutatja a forrásokra jellemző alacsony fajkészletet. A 1 mintavételi hely őszi alacsony taxon számát (13) is részben ez magyarázza, hiszen a mederszakasz egy része kiszáradt, így a vízfolyás felszínre bukkanását követően vehettünk

csak mintát, de a hely belombosodása is hozzájárulhatott a kapott értékhez. A tóból való kifolyó után (2. mintavételi hely) jelent meg a legtöbb, összesen 70 taxon (a három mintavétel alkalmával együttesen). A 2. és 3. mintavételi hely magasabb taxon számát a tórendszerből kifolyó víz okozza, hiszen itt az állóvízi élettérből bekerülő új fajok — *Cymbella*, *Encyonema*, *Encyonopsis*, *Cymbopleura*, *Diploneis*, *Fragilaria*, *Cyclotella* nemzetség fajai — is gazdagították a fajösszetételt, melyek főként ezekben a mintákban fordultak elő. A nyáron tapasztalt tömeges makrogerinctelen lárvák is a tó hatására utalnak. A 6. mintavételi hely nagyobb taxon száma az Eger-patak hatásával magyarázható, ahonnan újabb fajok kerültek a patakba, jól mutatva, hogy a fajszám és a vízfolyások rendűsége összefügg egymással, hiszen a befolyók fajkészletükkel gazdagítják a vízfolyás fajkészletét. Shannon-Weaver féle diverzitás H' értéke 1,57 és 4,01 között változott, legnagyobb a 2. mintavételi helyen volt, a már említett tavi hatás miatt, legkisebb pedig a Szikla-forrásban. Az Eger-patak hatása a diverzitás értékében is megmutatkozott. Az egyenletesség (J') 0,42 és 0,76 között változott. A Szikla-forrás kisebb egyenletesség értéke utal az erőteljesebb dominanciára (ld. később).



6. ábra. A taxonszám, diverzitás és egyenletesség alakulása az egyes mintavételi helyeken (átlag és szórás).

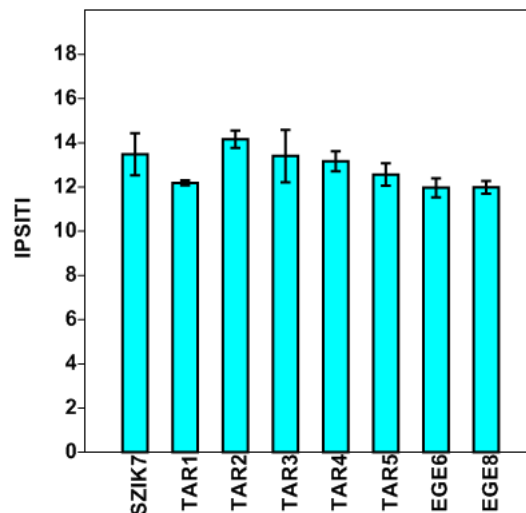
A Szikla-forrás nagyobb tavaszi és őszi IPSITI értékeinek csökkenését nyáron az *Achnanthes atomus* gyakoriságának csökkenése és a *Planothidium lanceolatum* (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot (PTLA) gyakoriságának növekedése okozta (7. ábra). A forrás vízhozama a tavasszal tapasztaltakhoz képest kisebb volt, ami felhívhatja a figyelmet arra, hogy antropogén hatás nélkül is csökkenhet a kovaalga indexek értéke. A 1. mintavételi hely értékei nyáron és ősszel is hasonlóak voltak a *Cocconeis* változatok miatt. A 2. mintavételi hely tavaszi kisebb IPSITI értéke nyáron és ősszel növekedett, ami magyarázható

a *Cocconeis placentula* var. *euglypta* számának csökkenésével, az *Achnanthydium atomus* dominanciájának növekedésével, a *Denticula tenuis* Kütz. (DTEN) dominánssá válásával és a *Cymbella* és *Fragilaria* fajok megjelenésével. A 3. mintavételi helyen hasonló volt a helyzet, de a *Denticula tenuis* mellett az *Encyonopsis minuta* vált dominánssá. A 4. mintavételi helyen a *Gomphonema pumilum* őszi dominanciája növelte az index értékét. Az 5. mintavételi helyen a zavarást tűrő fajok számának növekedése ellenére őszi növekedett az index értéke, mely magyarázható az *Achnanthydium atomus* gyakoriságának növekedésével és a *Cocconeis* fajok számának csökkenésével. A 6. és 8. mintavételi helyre is jellemző volt őszi felé haladva az index értékeinek növekedése, noha a 8. mintavételi helyen csökkent a kevésbé terhelt vizekre jellemző *Gomphonema* fajok aránya, azonban nőtt többek között az *Achnanthydium atomus*, az *Amphora pediculus*, illetve csökkent a *Navicula lanceolata* relatív gyakorisága.

Az egyes évszakokban kapott értékek átlagolásából az tűnt ki, hogy a Tárkányi-patakban a 1. mintavételi hely mutatta a legkisebb értéket, de ezt leszámítva a folyásirányban lefelé haladva kis mértékben ugyan, de fokozatosan csökkent az IPSITI értéke. Az 1. mintavételi hely kisebb index értékét az magyarázza, hogy a patak itt az erdőn folyik keresztül, nyáron és ősszel árnyékolt volt a mintavételi hely (a tavaszi mintát viszont a nagy törmeléktartalom miatt nem tudtuk megbízhatóan feldolgozni, így inkább kihagytuk az elemzésből).

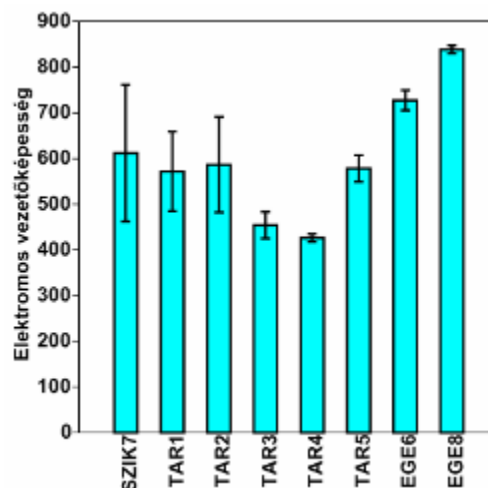
Az Eger-patak Tárkányi-patak előtti és utáni szakaszán gyakorlatilag nem különböztek az index értékek, vagyis a Tárkányi-patak tiszta vize nem rontja az Eger-patak vizét. A Szikla-forrás index értéke a forrás jó állapotát mutatja.

Az Ács et al. (2012) által javasolt IPSITI index határértékek alapján tavasszal a Szikla-forrás és a 2. mintavételi hely kiválóan adódott, míg a többi hely a jó kategóriába esett. Nyáron a 2. és 3. mintavételi hely kiváló, a többi jó állapotú volt. Ősszel a 2., 3., 4. 5. mintavételi hely és a Szikla-forrás mutatott kiváló állapotot, a többi hely pedig jó kategóriába esett.



7. ábra. Az IPSITI értékek alakulása az egyes mintavételi helyeken (átlag és szórás).

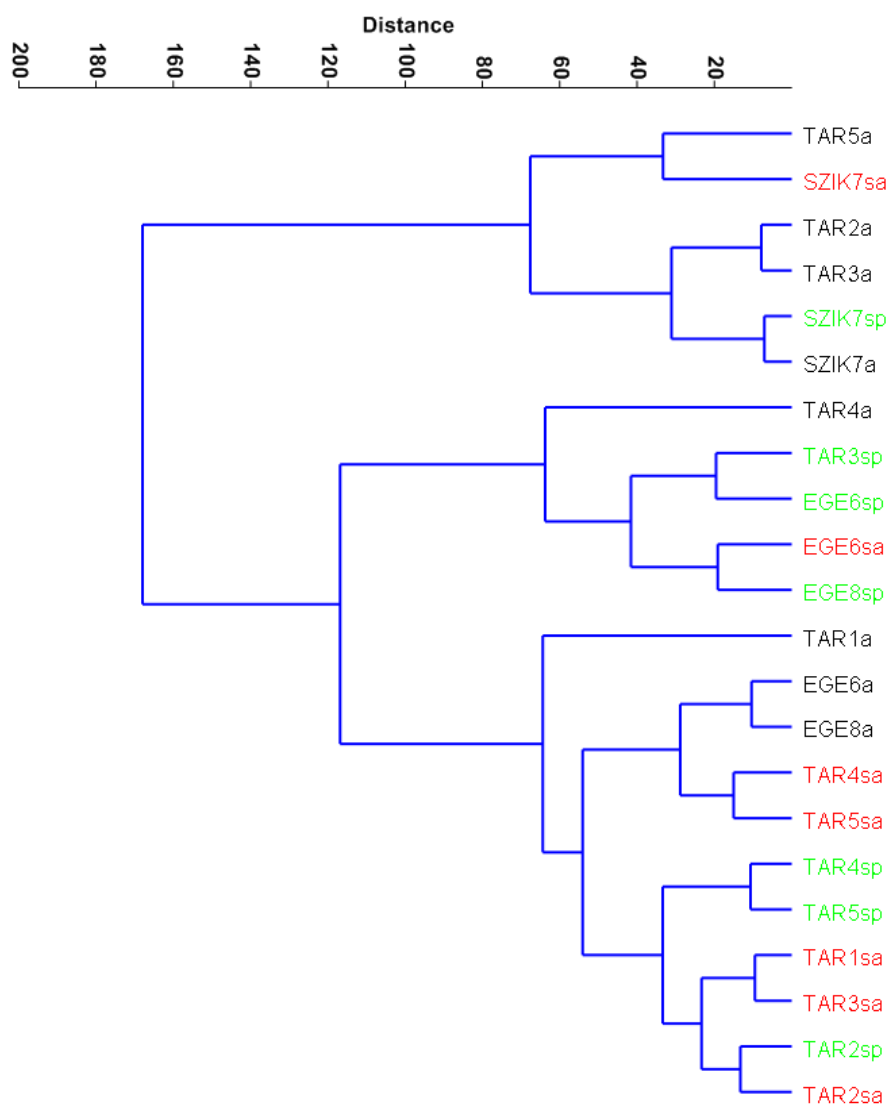
A fajlagos vezetőképesség értékei a patak jó állapotára utalnak, 417 és 910 $\mu\text{s cm}^{-1}$ között változtak (8. ábra). A Tárkányi-patak változó vízhozamú forrásainak (Fekete-len, Imó, Vörös-kő-alsó, Vörös-kő-felső és Szikla-forrás), valamint a tórendszernek a vezetőképességre gyakorolt hatásait leszámítva (1., 2. és 7. mintavételi hely) az egyes mintavételi helyeken többé-kevésbé hasonló vezetőképesség értékeket mértünk az egyes évszakokban. A Bükk-hegység tiszta vizű patakjainak értékei (420-930 $\mu\text{s cm}^{-1}$) hasonlóak voltak ezekhez az értékekhez (Ács et al. 2004). Az Eger-patak vezetőképesség értékei kissé nagyobbak voltak, mint a Tárkányi-pataké.



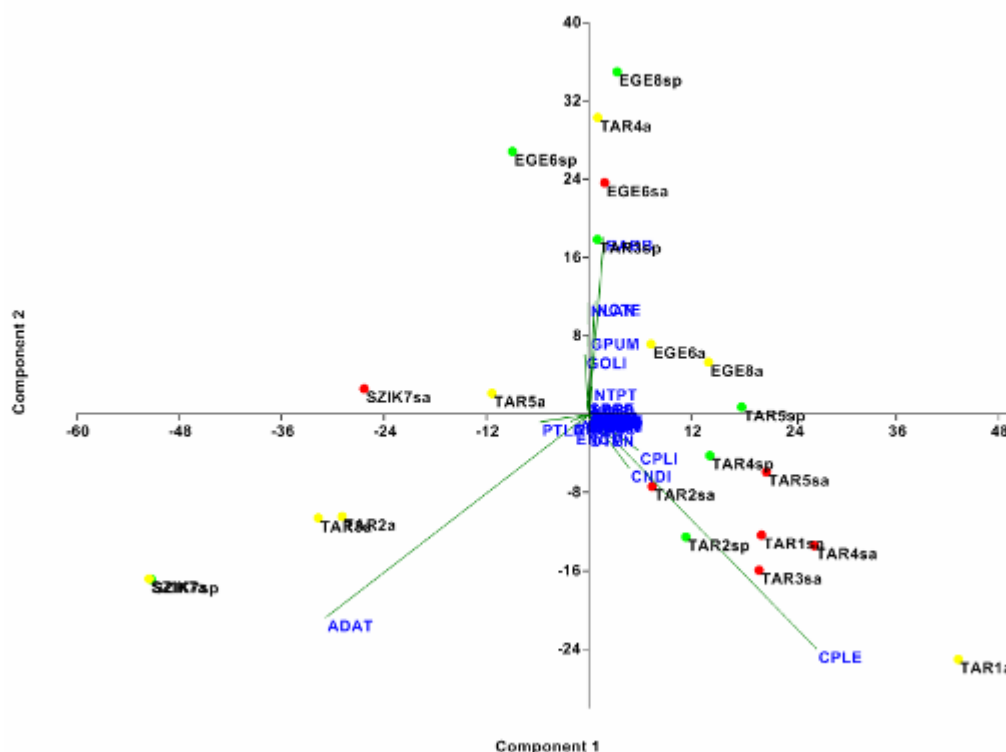
8. ábra. A Fajlagos vezetőképesség értékek alakulása az egyes mintavételi helyeken (átlag és szórás, az adatok $\mu\text{s cm}^{-1}$ egységben).

A klaszter analízis dendrogramján látható, hogy a legnagyobb hasonlóságot általában az egymás közelében, azonos évszakban gyűjtött minták mutatták (9. ábra). Ez alól a Szikla-

forrás mintái kivételek, ahol a tavaszi és az őszi minták mutatták a legnagyobb hasonlóságot, de a nyári minta is még ehhez a csoporthoz tartozott. A nyári minta kisebb hasonlóságát a *Planaothidium lanceolatum* dominancia okozta. A fizikai-kémia állapotokban és a biológiai közösségekben bekövetkező időbeli változás a vízfolyások egyik legjellemzőbb tulajdonsága (SOINNEN ÉS ELORANTA 2004). A szezonális volt a legfőbb sajátossága a Torna-patakból kétheti rendszerességgel vett mintáknak is (STENGER-KOVÁCS et al. 2006).



9. ábra. A Tárkány és Eger-patak mintáinak dendrogramja. Warp fúziós algoritmus, Euklideszi index. Rövidítések ld. 2. ábrán.



10. ábra. A mintavételi helyek ordinációja PCA alapján és a csoportosulást leginkább meghatározó taxonok. Rövidítést ld. a szövegben és a 2. ábrán.

A főkomponens analízis alapján (10. ábra) is jól elkülönültek a Szikla-forrás mintái, melynek elsődleges oka a sajátos, forrásokra jellemző algaösszetétel volt. Kevés faj, kis egyenletesség, egyes fajok erőteljes dominanciája jellemző a források bevonatára. A Szikla-forrás uralkodó kovaalga faja a tiszta vizekre jellemző *Achnanthydium atomus*, mely mindhárom évszakban erőteljes dominanciát ért el. Nyáron kissé visszaszorult, helyét a *Planothidium lanceolatum* vette részben át, emiatt a nyári minta jobban elkülönül a többtől. A 2., 3. és 5. mintavételi hely őszi mintáját ugyancsak az *A. atomus* erőteljes dominanciája jellemzett, az 5. hely őszi mintája az *Amphora pediculus* (Kütz.) Grun. (APED) nagyobb aránya miatt hasonlít jobban a Szikla-forrás nyári mintájához. A többi mintára elsősorban a *Cocconeis* fajok nagy száma volt a jellemző.

TÉRBELI VÁLTOZÁSOK

A Tárkányi-patakban (13. ábra) mindhárom évszakban jelen volt a *Cocconeis placentula* var. *euglypta* és a *Cocconeis placentula* var. *lineata* (11. ábra). Egyes patakokban a *Cocconeis placentula* csak a torkolatnál (Szőlősi-séd), másokban csak a forrásnál (Csopaki-séd), míg

egyes vízfolyások egész hosszában domináns faj (STENGER-KOVÁCS et al. 2008). Tavasszal és nyáron főként a *Cocconeis placentula* var. *euglypta* dominált, míg ősszel csak az 1 mintavételi helyen. Nyáron a 2. mintavételi helyen, míg ősszel a 2. és 3. mintavételi helyen is domináns volt az *Encyonopsis minuta*. Ez a faj inkább állóvizekre jellemző, pl. a Balaton és a Velencei-tó bevonatában is domináns (Ács 2007, Bolla et al. 2010). Feltételezhetően a tóból jutott a 2 mintavételi helyre a befolyó víz által és a 3 mintavételi hely földrajzi közelsége illetve az őszi —valószínűleg kedvezőbb— körülmények tették lehetővé a dominancia kialakulását.

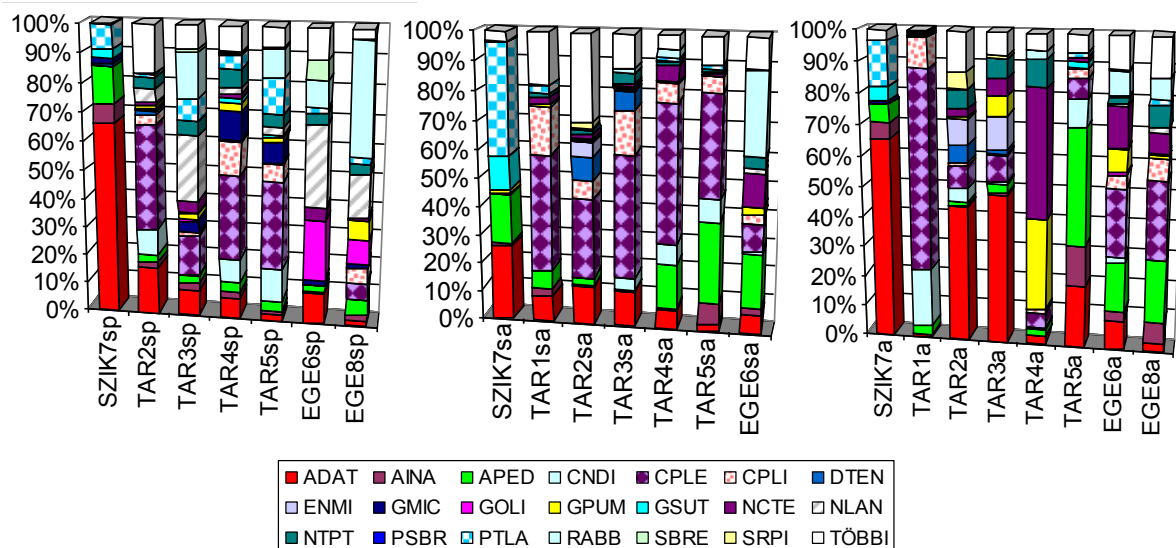
A Szikla-forrásban (12. ábra) mindhárom évszakban jelen volt az *Planothidium lanceolatum*, az *Amphora inariensis* Krammer (AINA), a *Gomphonema micropus* Kütz. var. *micropus* (GMIC), a *Gomphonema supertergestinum* és a *Meridion circulare* var. *circulare*. Tavasszal és ősszel *Achnanthes atomus* dominancia (relatív abundancia nagyobb mint 5%), míg nyáron a *Planothidium lanceolatum* (38,52 %) dominancia jellemezte a helyet. A Szikla-forrásban tömegesen megjelenő *Planothidium lanceolatum* és a minden évszakban kis mennyiségben jelen lévő *Meridion circulare* a Horogi-sédben és a Pécsely-patakban csak a forrásnál voltak jellemzők (STENGER-KOVÁCS et al. 2008). Ács et al. (2004) a Kemence-patak felső, szinte érintetlen szakaszán ugyancsak dominánsnak találta, mely a faj jó ökológiai állapotot jelző mivoltára utal a hegy és dombvidéki patakok esetében.

Az Eger-patak (14. ábra) két mintavételi helyén tavasszal és ősszel is jelen volt a *Planothidium lanceolatum*, az *Amphora inariensis*, a *Navicula cryptotenella* Lange-Bert. (NCTE) és a *Navicula lanceolata* (Agh.) Ehr. (NLAN). Utóbbi faj tavaszi erőteljesebb dominanciája egyértelműen a faj hidegtűrésével hozható összefüggésbe sokkal inkább, mint a vízminőséggel (Ács et al. 2012). Ősszel mindkét helyen a *Cocconeis placentula* var. *euglypta* dominált. A *Navicula cryptotenella* jellemezte a Lovosi-sédet is (STENGER-KOVÁCS et al. 2008), mely jól tűri a nagyobb tápanyag tartalmat is. Ugyancsak domináns fajok voltak az Eger-patakban a *Gomphonema olivaceum* (Horn.) Bréb. (GOLI) és a *Rhoicosphenia abbreviata* (Agh.) Lange-Bert. (RABB), melyek több patakban is csak a forrástól távol voltak tömegesek (STENGER-KOVÁCS et al. 2008).

ÉVSZAKONKÉNTI VÁLTOZÁSOK

Tavasszal a Tárkányi-patak jól elkülöníthető volt a *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, míg az Eger-patak a *Navicula lanceolata* és a *Gomphonema olivaceum* nagy mennyisége miatt. A

Szikla-forrás dominancia viszonyai egyik mintavételi helyhez sem hasonlítottak, hiszen az *Achnanthydium atomus* gyakorisága meghaladta a 60%-ot (11. ábra).



11. ábra. A domináns taxonok mintavételi helyenkénti és évszakonkénti megoszlása.
Rövidítést ld. a 2. ábrán és a szövegben.

A taxonok dominancia viszonyai alapján, nyáron is jól láthatóan elkülönült a három terület. A Tárkányi-patakban a *Cocconeis placentula* var. *euglypta* mellett megjelent a *Cocconeis placentula* var. *lineata* is. A *Denticula tenuis* csak itt ért el 2 % feletti gyakoriságot. Az Eger-patakot a *Rhoicosphenia abbreviata*, *Navicula cryptotenella* és az *Amphora pediculus* fajok nagy száma jellemezte. A Szikla-forrásban a *Planorhynchium lanceolatum* vette át a dominanciát és az *Achnanthydium atomus* száma csökkent.

A Tárkányi-patakban ősszel a 2. és 3. mintavételi helyen az *Achnanthydium atomus* dominált. A többi mintavételi hely dominancia viszonyai ettől teljesen eltértek. Az 1. mintavételi helyen megmaradt az előző évszakokban jellemző *Cocconeis* dominancia (*Cocconeis placentula* változatai, *Cocconeis neodiminuta*), a 4. mintavételi helyen ezen fajok nyári dominanciáját a *Navicula cryptotenella* és a *Gomphonema pumilum* váltotta fel.

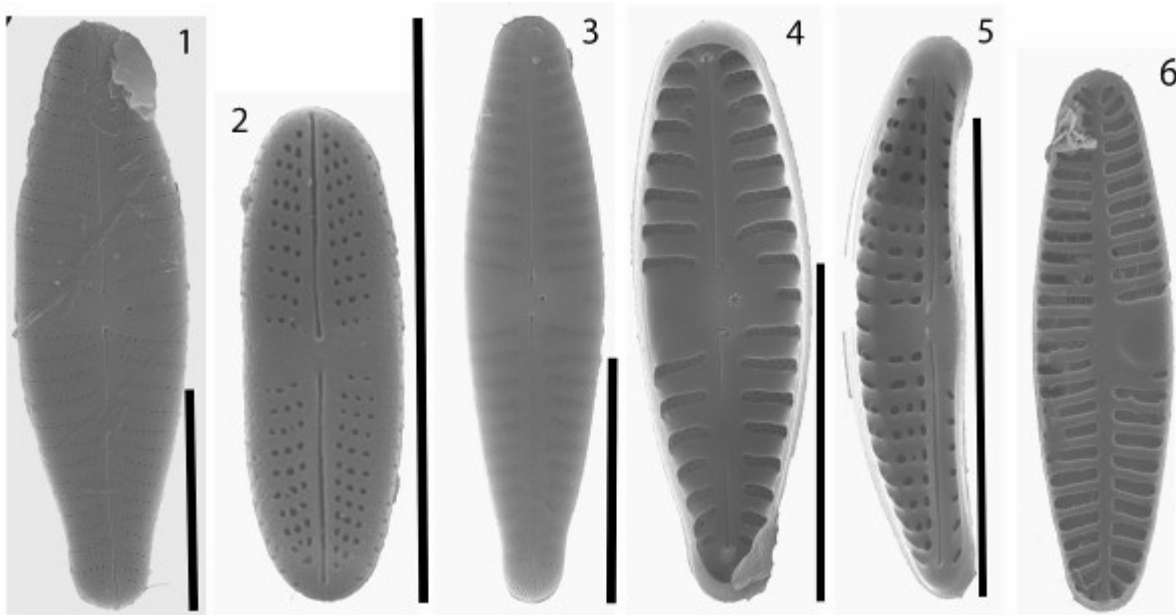
Az 5. mintavételi hely a domináns szubdomináns taxonok nem változtak, csak az arányuk módosult, az *Amphora pediculus* és az *Achnanthydium atomus* ért el nagyobb számot. Az Eger-patak mintavételi helyi a nyári Tárkányi-patakhoz voltak hasonlóak, de jelentős volt a *Rhoicosphenia abbreviata* és a *Navicula cryptotenella* mennyisége is. A Szikla-forrás dominancia viszonyai megegyeztek a tavaszi állapotokkal.

A fajok több mint fele csak kis valva számmal (maximum 5) fordult elő (15. ábra). Ebbe a csoportba tartozott a *Cymbella* fajok többsége, a *Gomphonema* fajok egy része, a *Navicula* fajok nagyobb hányada, a *Nitzschia* fajok jelentős része és a *Tryblionella* fajok.

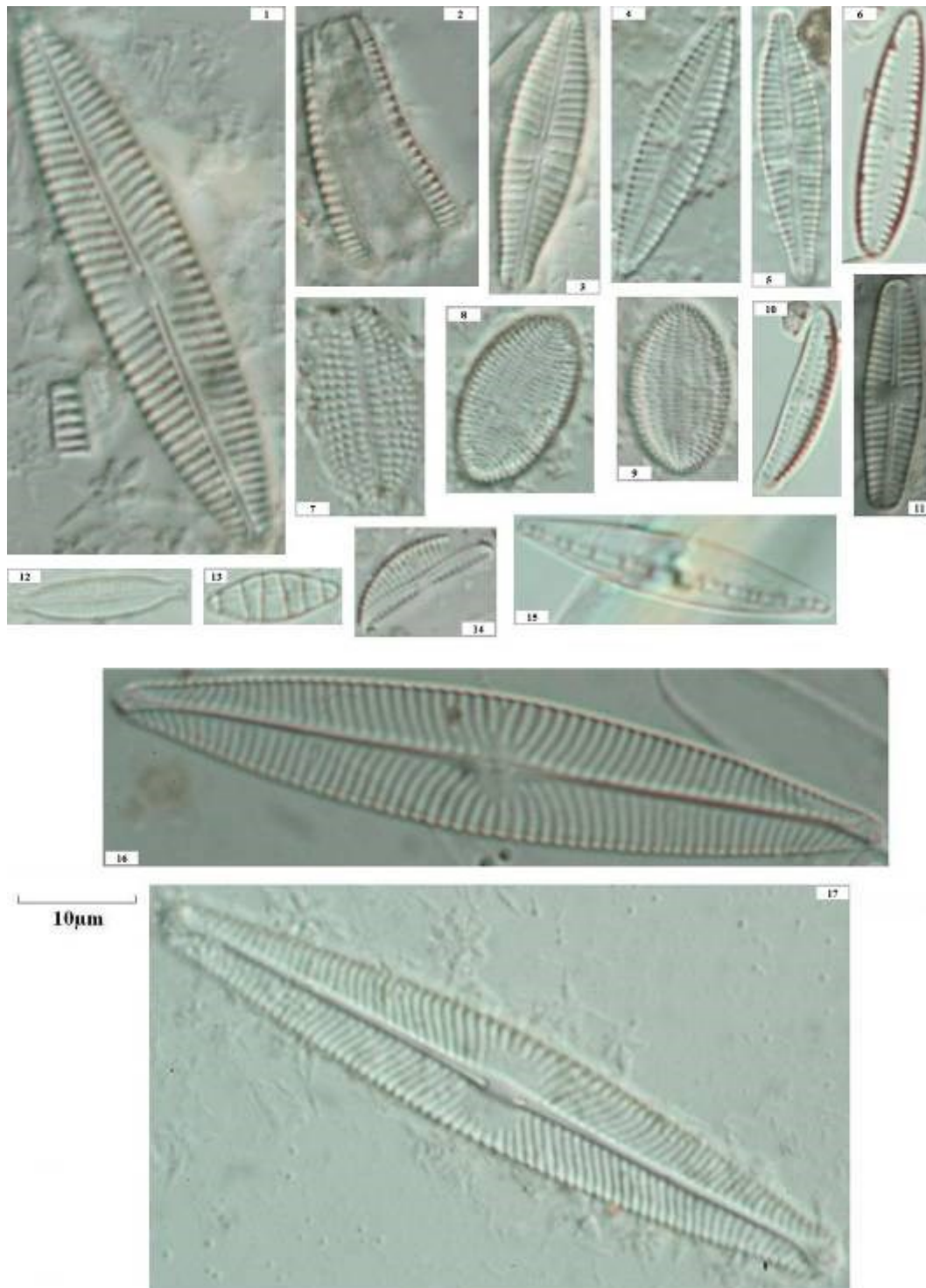
A *Diatoma* fajok és a *Gomphonema sarcophagus* csak tavasszal jelentek meg a mintákban. A *Navicula lanceolata* csak tavasszal ért el dominanciát.

A *Cymbella*, *Encyonema*, *Encyonopsis*, *Cymbopleura*, *Diploneis*, *Fragilaria* fajok főként a 2. és 3. mintavételi helyen fordultak elő. A *Gomphonema olivaceum* nagy mennyiségben csak az Eger-patakban volt jellemző. Néhány faj csak a Tárkányi-patakból került elő —*Navicula capitatoradiata*, *Navicula subhamulata*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula viridula*, *Navicula slesvicensis*, *Hippodonta capitata*, *Luticola mutica*—és bizonyos fajok —*Navicula upsaliensis*, *Navicula trivialis*, *Navicula amphiceropsis*, *Navicula germanii*, *Navicula schroeteri*, *Luticola goeppertiana*, *Mayamea atomus*— pedig csak az Eger-patakból.

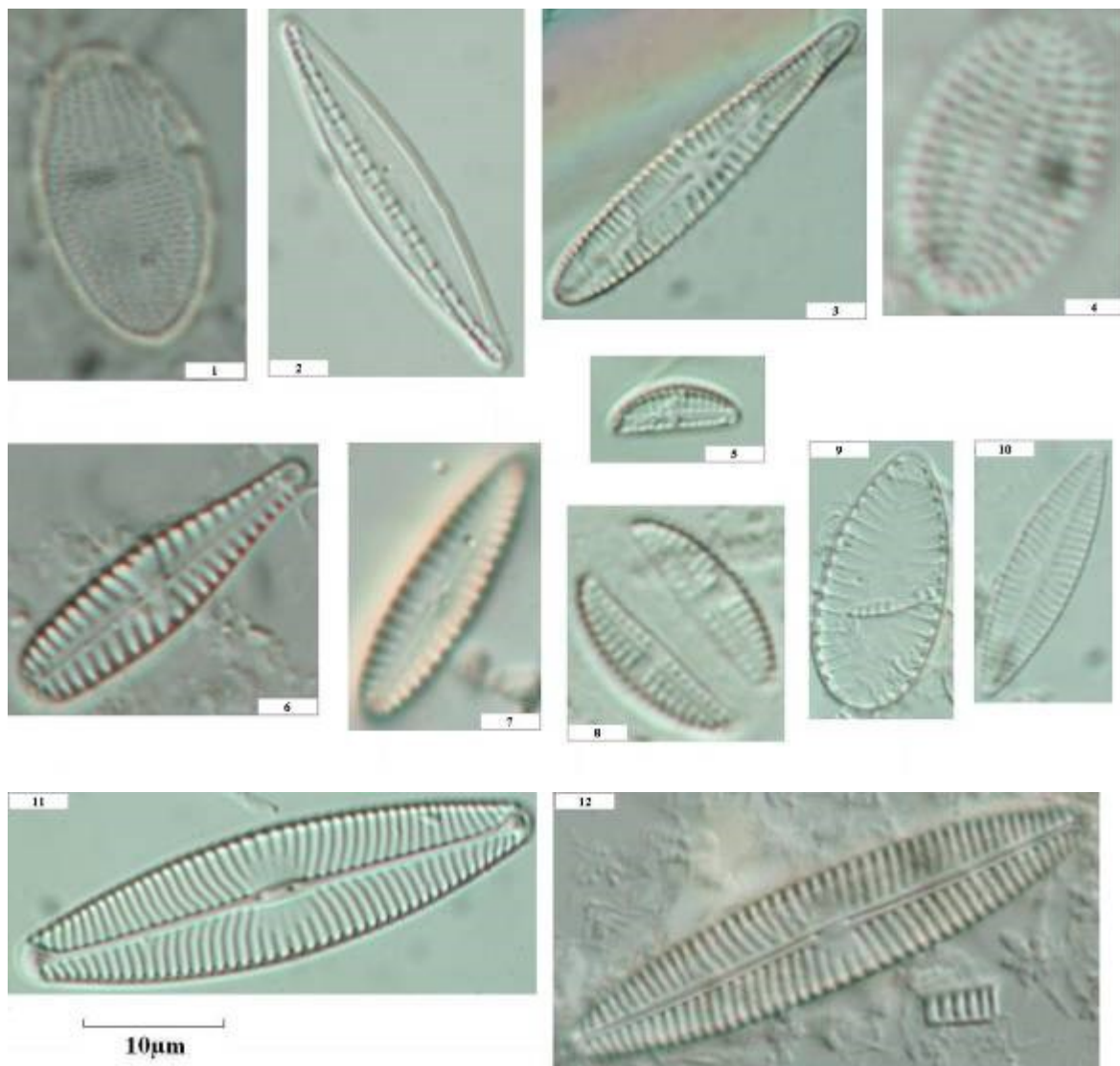
Nyáron a *Cocconeis placentula* var. *euglypta* dominanciája tovább nőtt tavaszhoz képest és már a 6. mintavételi helyen is dominánssá vált, ami magyarázható a hőmérséklet növekedésével, hiszen ez a taxon a melegebb vizeket kedveli, hőmérsékleti optimuma 30°C fölé esik (LOW 1974). Ősszel a 3., 4. és 6. mintavételi helyen megjelenő *Gomphonema olivaceum* dominanciája összefüggésbe hozható a 15 °C körüli hőmérséklettel, mert ez a tartomány a faj számára optimálisnak tekinthető (LOW 1974).



12. ábra. Néhány taxon pásztázó elektronmikroszkópos képe. 1. *Gomphonema micropus*, 2. *Achnanthidium atomus*, 3. *Gomphonema supertergestinum* kívülről, 4. *Gomphonema supertergestinum* belülről, 5. *Amphora inariensis*, 6. *Planothidium lanceolatum*

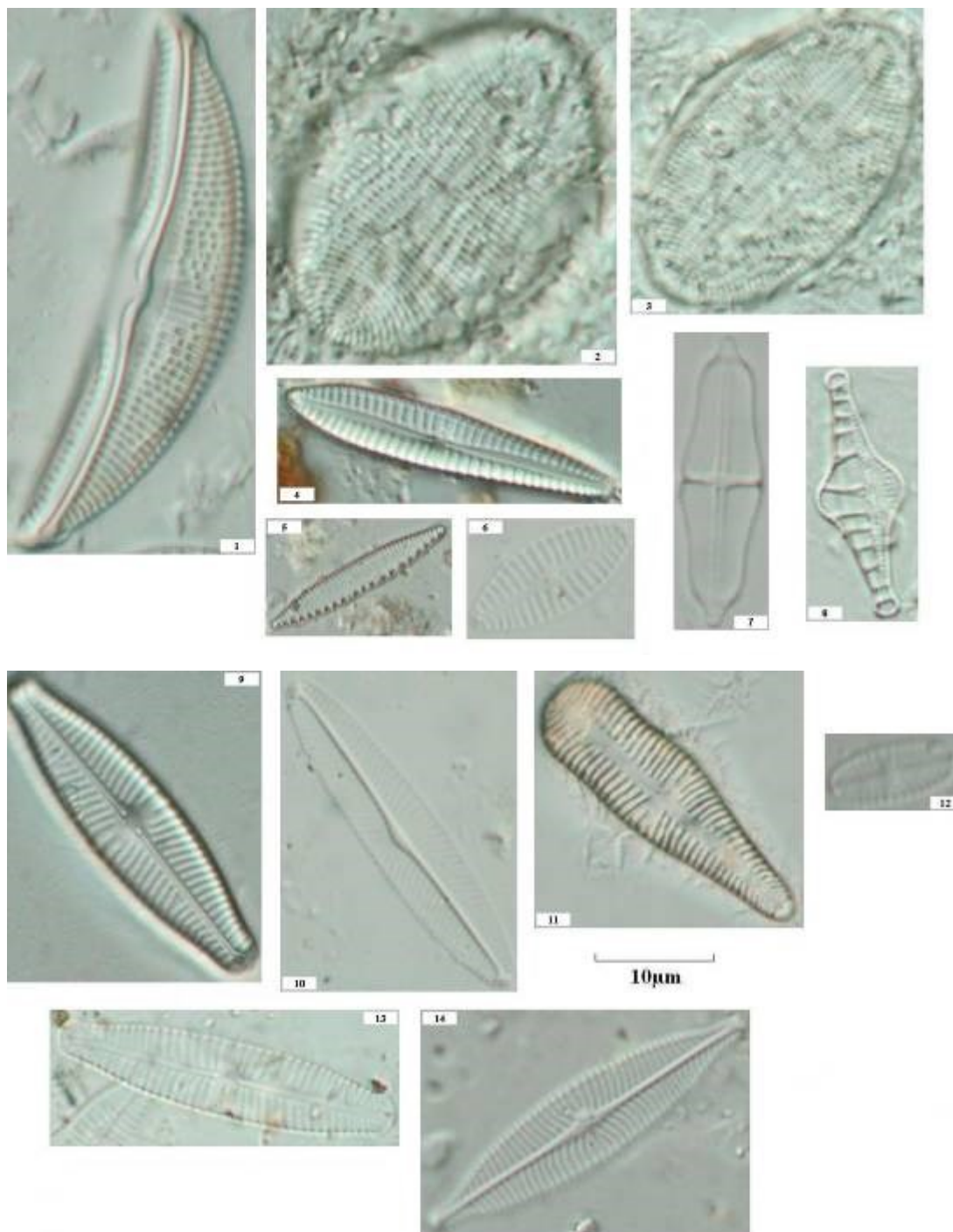


13. ábra. A Tárkányi-patak domináns és szubdomináns taxonjainak fénymikroszkópos képe.
 1.*Navicula tripunctata*, 2.*Rhoicosphenia abbreviata*, 3.*Gomphonema micropus*, 4.*Navicula cryptotenella*, 5.*Gomphonema parvulum* var. *parvulum*, 6.*Gomphonema pumilum*,
 7.*Cocconeis neodiminuta*, 8.*Cocconeis placentula* var. *euglypta*, 9.*Cocconeis placentula* var. *lineata*, 10.*Amphora inariensis*, 11.*Planothidium lanceolatum*, 12.*Encyonopsis minuta*,
 13.*Denticula tenuis*, 14.*Amphora pediculus*, 15.*Nitzschia dissipata* var. *dissipata*, 16.*Navicula radiosa*, 17.*Navicula lanceolata*



14. ábra. Az Eger-patak domináns és szubdomináns taxonjainak fénymikroszkópos felvétele.

1. *Cocconeis placentula* var. *lineata*, 2. *Nitzschia dissipata* var. *dissipata*, 3. *Rhoicosphenia abbreviata*, 4. *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, 5. *Amphora pediculus*, 6. *Gomphonema olivaceum* var. *olivaceum*, 7. *Gomphonema pumilum*, 8. *Amphora inariensis*, 9. *Surirella brebissonii*, 10. *Navicula cryptotenella*, 11. *Navicula lanceolata*, 12. *Navicula tripunctata*



15. ábra. Kisebb valva számmal előkerült taxonok fénymikroszkópos felvétele. 1. *Amphora ovalis*, 2. *Cocconeis pediculus*, 3. *Cocconeis placentula* var. *placentula*, 4. *Gomphonema angustatum*, 5. *Nitzschia amphibia*, 6. *Navicula antonii*, 7. *Stauroneis smithii*, 8. *Nitzschia sinuata* var. *tabellaria*, 9. *Navicula slesvicensis*, 10. *Navicula schroeteri*, 11. *Gomphonema truncatum*, 12. *Eolimna minima*, 13. *Gomphonema sarcophagus*, 14. *Navicula capitatoradiata*

ÖSSZEGZÉS

Magyarországon számos fitobentosz alapú vizsgálatot folytattak annak érdekében, hogy az Európában használt ökológiai vízminősítő rendszereket a hazai viszonyokra adaptálják, de a tökéletesítéshez még több megbízható adatra lenne szükség főként a kevésbé kutatott kisebb vízfolyások terén. Elsősorban a referenciális állapotú mintavételi helyek kutatása a fontos feladat annak érdekében, hogy a referencia feltételeket minél jobban tudjuk definiálni. A most bemutatott eredmények ennek egyik első lépését jelentik. A referencia közösségek összetételét több adat birtokában a későbbiekben célszerű validálni.

A Bükk egyik kisvízfolyásának, a Tárkányi-pataknek és a közvetett módon kapcsolódó Szikla-forrásnak vizsgáltuk a kovaalga összetételét, annak évszakos változását és ökológiai állapotát az IPSITI kovaalga index alapján. A három évszakban a 8 mintavételi helyről összesen 114 taxon került elő, melyeknek több mint a fele kis valvaszámmal fordult elő. A nyári hónap volt a legdiverzebb, ekkor 83 taxon került elő. A Szikla-forrás minden évszakban kevés fajjal volt jellemezhető. Ez a fajszegénység jellemző a források kovaalga közösségére.

Tavasszal és nyáron a Szikla-forrás, a Tárkányi-patak és az Eger-patak jól elkülönült a dominancia viszonyok alapján, mely ősze már nem volt jellemző.

Az IPSITI indexek alapján elmondható, hogy a Tárkányi-patak a bentonikus kovaalgák alapján jó ökológiai állapottal jellemezhető. Az index értékek átlaga alapján a 2. mintavételi helyet követően fokozatos és kis mértékű csökkenés volt megfigyelhető. A községe átfolyó patak index értékeinek kis mértékű csökkenése magyarázható az antropogén hatással, míg a község határán kívül eső 1. mintavételi hely kisebb értékei az élőhely jellegének (alacsonyabb hőmérséklet, lombosodás, kis vízhozam) köszönhetőek, azaz antropogén hatásoktól függetlenek.

A 2. —és kis mértékben a 3.— mintavételi hely emelkedett taxon száma egyértelműen a tóból származó víz hatása. Erre utal az euplanktonikus *Cyclotella ocellata*, vagy az alapvetően tavi bevonatlakó kovaalgák jelenléte, mint a *Cymbella*, *Encyonema*, *Encyonopsis*, *Cymbopleura*, *Diploneis*, *Fragilaria* fajok, melyek elsősorban, vagy kizárólagosan csak ezekben a mintákban fordultak elő.

Jelen vizsgálataink is rámutattak arra, hogy a fajszám, a diverzitás és a vízfolyások rendősége összefügg egymással, hiszen a befolyók további fajokkal gazdagítják a vízfolyás fajkészletét.

Mivel a referencia kritériumok között a hidromorfológiai beavatkozás hiánya is szerepel, a patak mentén létesített tanösvény és tó miatt referencia helynek nem, viszont u.n. kevésbé zavart helynek (LDS) minősíthető a patak felső szakasza. Az 1. mintavételi hely elképzelhető, hogy alkalmas referencia helynek, de a tavaszi kovaközösség vizsgálata is szükséges, mivel ekkor még nincs fénylimitáció a hiányzó lombkorona miatt. Nyáron és ősszel jelen lévő *Nitzschia* és *Navicula* fajok nagy aránya egyértelműen erre utal, hiszen ezek jól elviselik a fényszegény körülményeket is.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A munka az OMFB-01639/2009 (HR-40/2008) sz. pályázat támogatásával készült.

IRODALOMJEGYZÉK

- Ács É. (2007): A Velencei-tó bevonatlakó algáinak tér- és időbeli változása, kapcsolata a tó ökológiai állapotával. (Spatial and temporal change of epiphytic algae and their connection with the ecological condition of shallow lake Velencei-tó (Hungary). Acta Biologica Debrecina Oecologica Hungarica 17, Hydrobiological Monographs Vol. 1: 9-111.
- Ács, É., Borics, G., Kiss K., T., Várbíró, G. (2012): Módszertani útmutató a fitobentosz élőlénycsoport VKI szerinti gyűjtéséhez és feldolgozásához. Kézirat, pp. 47.
- Ács, É., Szabó, K., Tóth B., Kiss, K.T. (2004): Investigation of benthic algal communities, especially diatoms of some hungarian streams in connection with reference conditions of the water framework directives. Acta Botanica Hungarica 46: 255-277.
- Bolla, B., Borics, G., Kiss, K.T., Reskóné, Nagy M., Várbíró, G., Ács, É. (2010): Recommendations for ecological status assessment of lake Balaton (largest shallow lake of central Europe), based on benthic diatom communities. Vie Milieu, 60(3): 1-12.
- Kovács, Cs., Kiss, Zs., Padisák, J. (2004): Balaton környéki kisvízfolyások diatómáinak florisztikai és mennyiségi vizsgálatai. Hidrológiai Közlöny 84: 65-68.
- Low, R. L. (1974): Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. National Environmental Research Center Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio. pp.334.

- Pelikán, P., Budai, T., Gyalog, L. (2005): A Bükk hegység földtana. Magyar Állami Földtani Intézet. Budapest. pp.284.
- Refcond (2003): Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC)
- Soinnen, J., Eloranta, P. (2004): Seasonal persistence and stability of diatom communities in rivers: are there habitat specific differences? *European Journal of Phycology*. 39: 153 – 160.
- Stenger-Kovács, Cs., Bíró, P., Soróczki-Pintér, É., Királykúti, I. és Padisák, J. (2008): A Balaton befolyóinak ökológiai állapota a bevonatalkotó kovaalgák alapján. *Hidrológiai Közlöny* 88:192-195.
- Stenger-Kovács Cs., Padisák J., Bíró P. (2006): Temporal variability of *Achnanthes minutissimum* (Kützinger) Czarnecki and its relationship to chemical and hydrological features of the Torna stream, Hungary. In: Ács É, Kiss K T, Padisák J, Szabó K.É. (szerk.) Program, abstracts & extended abstracts: 6th International Symposium on Use of Algae for monitoring Rivers. Göd: Magyar Algológiai Társaság. pp. 133-138.